

FLAME SENSOR

Publication number: JP2000183367

Publication date: 2000-06-30

Inventor: HIRANO HIKARI; TAMURA ITARU; CYRIL PELNO

Applicant: OSAKA GAS CO LTD

Classification:

- international: **H01L31/02; G01J1/02; H01L27/14; H01L31/02; G01J1/02; H01L27/14;** (IPC1-7): H01L31/02; G01J1/02; H01L27/14

- european:

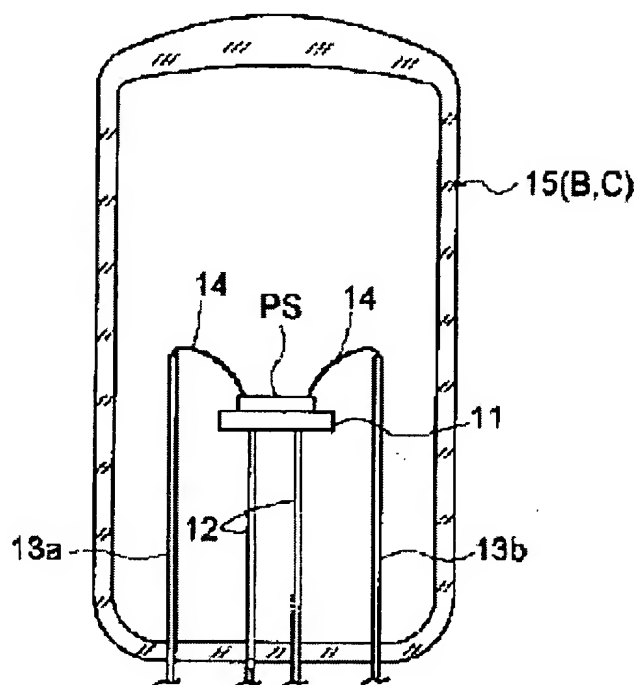
Application number: JP19980351692 19981210

Priority number(s): JP19980351692 19981210

[Report a data error here](#)

Abstract of JP2000183367

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve detection of a flame and durability by detecting the feeble light with high sensitivity in a characteristic feature region emitted by a flame. **SOLUTION:** In a flame sensor that uses a photodetector constituted of an Al-Ga-N based semiconductor material and detects light emitted by a flame, a film for preventing the reflection of light in an ultraviolet-ray region is provided at a side where the light enters in a photodetector PS, and the photodetector PS with the reflection prevention film is provided in a sealing member C for airtightly sealing against the outside. The sealing member C is made of an airtight container B, and the inside of the container B is filled with an inactive gas.



Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-183367

(P2000-183367A)

(43) 公開日 平成12年6月30日 (2000.6.30)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 1 L 31/02		H 0 1 L 31/02	B 2 G 0 6 5
G 0 1 J 1/02		G 0 1 J 1/02	J 4 M 1 1 8
H 0 1 L 27/14		H 0 1 L 27/14	D 5 F 0 8 8
			K

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-351692

(22) 出願日 平成10年12月10日 (1998.12.10)

(71) 出願人 000000284

大阪瓦斯株式会社

大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号

(72) 発明者 平野 光

大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号

大阪瓦斯株式会社内

(72) 発明者 田村 至

大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号

大阪瓦斯株式会社内

(74) 代理人 10010/308

弁理士 北村 修一郎

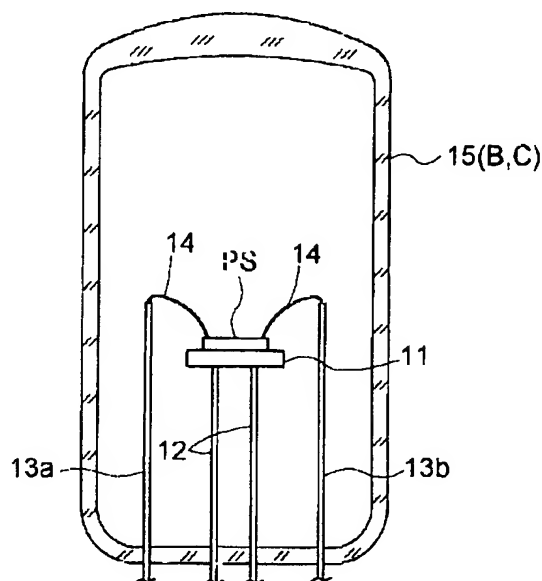
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 火炎センサ

(57) 【要約】

【課題】 火炎から発する光に特徴的な特徴領域の微弱な光を感度よく検出することができるようにして、火炎の検出性能を更に向上させながら、耐久性を向上させる。

【解決手段】 火炎から発する光を Al-Ga-N 系の半導体材料で構成される受光素子を用いて検出するように構成された火炎センサにおいて、受光素子 P S における入光側に、紫外線領域の光の反射を防止する反射防止膜が備えられ、その反射防止膜を備えた受光素子 P S が、外部に対して気密状に封止する封止部材 C 内に設けられている。又、封止部材 C が気密状の容器 B にて構成され、容器 B 内に不活性ガスが充填されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 火炎から発する光をAl-GaN系の半導体材料で構成される受光素子を用いて検出するように構成された火炎センサであって、

前記受光素子における入光側に、紫外線領域の光の反射を防止する反射防止膜が備えられ、

その反射防止膜を備えた受光素子が、外部に対して気密状に封止する封止部材内に設けられている火炎センサ。

【請求項2】 前記封止部材が気密状の容器にて構成され、

前記容器内に不活性ガスが充填されている請求項1記載の火炎センサ。

【請求項3】 前記受光素子が $\text{In}_y\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($x>0$, $y\geq 0$)系の半導体材料にて構成され、前記容器内に、不活性ガスとして窒素ガスが充填されている請求項2記載の火炎センサ。

【請求項4】 火炎から発する光をAl-GaN系の半導体材料で構成される受光素子を用いて検出するように構成された火炎センサであって、

前記受光素子が、外部に対して窒素ガスを気密状に封止する封止部材内に設けられて構成されている火炎センサ。

【請求項5】 前記受光素子の吸収スペクトルの長波長端が、300nm以下、もしくは、280nm以下になるように設定されている請求項1〜4のいずれか1項に記載の火炎センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、火炎から発する光を受光素子を用いて検出するように構成された火炎センサに関する。

【0002】

【従来の技術】かかる火炎センサは、火炎から発する光を受光素子により検出することにより火炎を検出するものであり、火炎から発する光を太陽光や蛍光灯等の外乱光と区別した状態で検出する必要がある。火炎から発する光のスペクトルには、紫外線領域において、外乱光に対して十分に大きい相対強度を示す特徴領域がある。そこで、この特徴領域に感度を有するように受光素子を構成することにより、外乱光を除外して火炎の存在を検出することができるようにしてある。従来、このような受光素子を、内外にわたって気体の通過が可能な容器内に設けていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記特徴領域の光は微弱であり、その微弱な光を感度よく検出する必要がある。しかしながら、従来の火炎センサでは、受光素子の入光側における前記特徴領域の光の反射に対する対策が効果的になされていないため、受光素子の入光側での前記特徴領域の光の反射が、火炎の検出性能を更

に向上させる上でネックとなっていた。このような問題に対する対策として、受光素子の入光側に、紫外線領域の光の反射を防止する反射防止膜を備えて、受光素子の入光側での前記特徴領域の光の反射を抑制して、火炎の検出性能を向上させることが想定される。しかしながら、例えば、フッ化系の反射防止膜は高温下で水分に触れると潮解し易いという特性を有する。火炎センサは火炎近くの高温で且つ水分が含まれる雰囲気（例えば燃焼排ガス）中に設置されるものであるため、従来の火炎センサでは、受光素子に反射防止膜を備えさせても、このような雰囲気が反射防止膜に到達し、反射防止膜が潮解により短期間の間に性能が劣化するという実用上の問題がある。一方、AlN等を酸化防止膜として使用する場合もあるが、この場合、高温で水を含有する雰囲気下では、この膜の特性に変動がでやすいという問題があった。

【0004】さて、火炎センサは高温環境下で使用されるが、このような使用状況にあっては、Al-GaN系の半導体材料は、素子材料からN成分が脱離しやすく、素子特性自体が変化を起こす場合があり、即ち、高温条件下、排ガス存在下において、Al-GaN系の半導体材料を受光部に備えた火炎センサをして使用する場合は、問題が残存する。

【0005】本発明は、かかる実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、火炎から発する光に特徴的な特徴領域の微弱な光を感度よく検出することができるようにして、火炎の検出性能を更に向上させながら、耐久性を向上させることにある。さらなる本願の目的は、高温条件下でAl-GaN系の半導体材料を受光部に備えた受光素子を、高温下で火炎センサとして使用する場合に、特性の変わりにくいものを得ることにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】火炎から発する光をAl-GaN系の半導体材料で構成される受光素子を用いて検出するように構成された火炎センサにおいて、請求項1に記載の特徴構成によれば、前記受光素子における入光側に、紫外線領域の光の反射を防止する反射防止膜が備えられ、その反射防止膜を備えた受光素子が、外部に対して気密状に封止する封止部材内に設けられていることにある。この構成においては、受光素子における入光側に、紫外線領域の光の反射を防止する反射防止膜が備えられていて、受光素子の入光側で、前記特徴領域の光が反射するのを防止することができるので、前記特徴領域の微弱な光を感度よく検出することができる。又、その反射防止膜を備えた受光素子が、外部に対して気密状に封止する封止部材内に設けられていて、封止部材内への外部雰囲気の浸入が阻止されるので、受光素子及び反射防止膜が、高温下で、封止部材外部の水分等の性能を劣化させる成分を含む雰囲気に曝されるのを防止することができる。従って、受光素子における入光側に反射

防止膜を備えることにより、火炎から発する光に特徴的な特徴領域の微弱な光を感度よく検出することができるようにして、火炎の検出性能を更に向上させながら、反射防止膜の潮解を防止することができるようにして、耐久性を向上させることができるようになった。

【0007】請求項2に記載の特徴構成によれば、封止部材が気密状の容器にて構成されているので、本発明の火炎センサを製造するに当たって、従来の製造プロセスを利用することができる。又、気密状の容器内に不活性ガスが充填されているので、反射防止膜の潮解の防止性能、あるいは劣化防止性能を更に向上させるとともに、受光素子の寿命も更に延ばすことができる。従って、本発明の実施コストを可及的に低減しながら、耐久性を更に向上させることができるようになった。

【0008】請求項3に記載の特徴構成によれば、受光素子を $\text{In}_y\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($x>0, y\geq 0$) 系の窒化物系半導体材料にて構成することにより、可視光の領域では光感度を有さず、紫外線領域に光感度を有する、火炎センサに好適な受光素子を得ることができる。又、窒化物系半導体材料は、高温下では、窒素が脱離して、性能が劣化し易いという問題があるが、容器内に不活性ガスとして窒素ガスを充填することにより、窒素の脱離を防止することができる。従って、火炎の検出性能及び耐久性の両方を向上させる上で、好適な具体構成を提供することができる。

【0009】また、請求項4に記載の特徴構成によれば、火炎から発する光を Al-Ga-N 系の半導体材料で構成される受光素子を用いて検出するように構成された火炎センサを構成するに、前記受光素子が、外部に対して窒素ガスを気密状に封止する封止部材内に設けられて構成することにより、封止部材内の窒素ガス分圧を、適切に保つことにより、高温条件下に於ける使用状態にあっても、半導体材料部から窒素の脱離を抑制することができ、当初の検知性能を保持しやすい。

【0010】請求項5に記載の特徴構成によれば、受光素子の吸収スペクトルの長波長端が、300nm以下、もしくは、280nm以下になるように設定されている。つまり、図6に示すように、検出対象の火炎のスペクトルと、外乱光である太陽光及び蛍光灯（図6においては「室内光」として示す）のスペクトルとを比較すると、火炎のスペクトルは、300nm近傍以下では、蛍光灯に対して十分に大きい相対強度を示し、280nm近傍以下では、太陽光及び蛍光灯の両方に対して十分に大きい相対強度を示す。そこで、受光素子の吸収スペクトルの長波長端を300nm近傍以下に設定することにより、主として蛍光灯の影響を考慮すべき室内での使用に好適な火炎センサを得ることができる。又、受光素子の吸収スペクトルの長波長端を280nm近傍以下に設定することにより、太陽光の影響を考慮すべき室外での使用に好適な火炎センサを得ることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の火炎センサの実施の形態を図面に基づいて説明する。火炎センサは、図1に示すように、外部に対して気密状に封止する封止部材Cとしての気密状の容器B内に、受光素子PSを設け、その容器B内に不活性ガスを充填して構成してある。

【0012】受光素子PSについて、説明を加える。図2に示すように、受光素子PSは、単結晶基板であるサファイヤ基板1上にAlN緩衝層2、 $n^+\text{In}_y\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 単結晶膜3、 $n^-\text{In}_y\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 単結晶膜4、 $p^-\text{In}_y\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 単結晶膜6、 $p^+\text{In}_y\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 単結晶膜7、反射防止膜8を積層して構成されている。そして、 $p^+\text{In}_y\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 単結晶膜7と $n^+\text{In}_y\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 単結晶膜3に接続して一対の電極9a、9bが形成されている。更に、上記各層の周部に高抵抗領域HRが形成されて構成される。

【0013】すなわち、受光素子PSは、第1導電型の半導体層FLとしての $n^+\text{In}_y\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 単結晶膜3及び $n^-\text{In}_y\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 単結晶膜4と、第2導電型の半導体層SLとしての $p^-\text{In}_y\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 単結晶膜6及び $p^+\text{In}_y\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 単結晶膜7とから受光部PRが構成され、第1導電型の半導体層FLと第2導電型の半導体層SLとの間に通電されるように一対の電極9a、9bが形成されて、いわゆるPN接合型受光素子として構成される。

【0014】上記構成の受光部PRによる分光感度は、受光部PRを構成する $\text{In}_y\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 単結晶のIII族元素の組成比によって規定される。具体的には、図5に示すInを含まない $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ のバンドギャップとAl混晶比xとの関係のように、Al混晶比が大きくなるほどバンドギャップが広がって光吸収端が短波長側に移動する。 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ のAlの一部がInに置き代わる関係となる $\text{In}_y\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ の場合では、Inが、Al又はGaに置き変わる割合が大きくなるにつれてバンドギャップが狭くなり光吸収端が長波長側に移動する。受光素子PSは火炎センサとして用いるものであり、上述のように図6に「ガスの火炎の光」として示すガスの火炎から発する光のスペクトルを、同様に図6に示す外乱光として作用する太陽光や室内光（蛍光灯の光）の影響を除外した状態で検出できるのが望ましいので、吸収スペクトルの長波長端が300nm近傍以下になるようにするのが好適である。

【0015】具体的には、 $y=0$ としてInを含まない $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ の場合では、Al混晶比を0.42乃至0.45の範囲で選択すれば、バンドギャップが概ね4.5eVとなり、吸収スペクトルの長波長端はおおよそ275nmとなる。 $y>0$ としてInを成分に含める場合は、それに応じてAl混晶比xを大きくし、ガリウム

の割合を減じることで、上記のバンドギャップとすることができ。但し、 $y \geq 0.5$ の範囲では、Alの割合を最大にしても吸収スペクトルの長波長端が長波長側へ移動し過ぎるものとなり、現実には、 $0 \leq y < 0.5$ の範囲が望ましい。又、Al混晶比 x を大とし過ぎると、ガスの火炎から発する光に対する感度も低下し、火炎センサとしての利用が困難となるので、 $0 < x \leq 0.6$ の範囲とするのが望ましい。当然、 x 及び $x+y$ の範囲は1未満である。尚、太陽光が完全に遮光された状態で使用されることが前提であれば、バンドギャップが概ね4.3 eVとなるようにして、吸収端を若干長波長側へ移動させてもほぼ同等の性能が得られる。

【0016】次に、受光素子PSの製造方法について、簡単に説明する。受光素子PSを構成する各層は、ウェハ状態のサファイヤ基板1上に、MOCVD装置にて積層される。MOCVD装置は、反応室(成膜室)が常圧付近となる常圧型のものを使用する。上記各層の積層は、ウェハ状態のサファイヤ基板1を反応室(成膜室)にセットした状態で、サファイヤ基板1を加熱し、各構成元素の材料ガスの供給状態を順次切換えることにより、順次積層される。材料ガスとしては、In, Al, Ga及びNの各構成元素は、夫々、TMIn(トリメチルインジウム)、TMAI(トリメチルアルミニウム)、TMGa(トリメチルガリウム)及びNH₃(アンモニア)として供給され、又、n型不純物としてSi, p型不純物としてMgが、夫々、SiH₄(シラン)、CP₂Mg(シクロペンタンマグネシウム)として適宜供給される。尚、p型不純物としてCaを用いる場合は、いわゆるイオンインプランテーションを用いる。

【0017】上記各層の積層において、AlN緩衝層2は約200~400Åの層厚に成長させ、n⁺In_yAl_xGa_{1-x-y}N単結晶膜3はSiH₄ガスを流しながらキャリア濃度が約 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ で約3μmの層厚に成長させ、n⁻In_yAl_xGa_{1-x-y}N単結晶膜4はSiH₄ガスを流しながらキャリア濃度が約 $1 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ で約0.1μmの層厚に成長させる。これらの層の積層における他の成膜条件は公知の方法と同様である。尚、n⁺In_yAl_xGa_{1-x-y}N単結晶膜3の層厚は2μm以上とすることが望ましく、本実施形態では上述の如く3μmとしている。

【0018】p⁻In_yAl_xGa_{1-x-y}N単結晶膜6はCP₂Mgを流しながらキャリア濃度が約 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ で約0.1μmの層厚に成長させ、p⁺In_yAl_xGa_{1-x-y}N単結晶膜7はCP₂Mgを流しながらキャリア濃度が約 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ で約0.3μmの層厚に成長させる。

【0019】上記各層の積層を終了した後、700℃で10分間加熱して活性化処理を行い、更に、上述の高抵抗領域HRを形成するために高抵抗化処理を行うときも

ある。この高抵抗化処理は、窒素イオンを利用したイオンインプランテーションにより行い、ウェハの厚さ方向視の図面である図3において斜線で示す領域IPに、ウェハの厚さ方向に水素イオンを打ち込む。イオンの加速電圧は、打ち込み深さが、図2に示すように、n⁻In_yAl_xGa_{1-x-y}N単結晶膜4に達する深さかあるいはそれより深いものとなるように設定する。この後、図4に示すように、水素イオンを打ち込んだ部分をn⁺In_yAl_xGa_{1-x-y}N単結晶膜3が露出する深さまで帯状にフォトエッチング処理を行い、その帯状にエッチングした部分に個々の受光素子PSに対応する状態で電極9bを形成すると共に、水素イオンを打ち込んでいない部分に電極9aを形成する。尚、図4において破線BLは、水素イオンを打ち込んだ領域と打ち込んでいない領域の境界を示している。電極9aはNiとAuの2層構成で、反射防止膜8側をNiとし、一方、電極9bはTiとAlの2層構成で、n⁺In_yAl_xGa_{1-x-y}N単結晶膜3側をTiとして、夫々例えば電子ビーム蒸着や各種のスパッタ蒸着により積層した後、リフトオフ法や化学的エッチング等により、電極9aをメッシュ状等、光透過性に形成し、電極9bを矩形形状に形成する。

【0020】反射防止膜8としては、その組成材料原料を使用して、熱蒸着、EB蒸着、CVD等により例えば、MgF₂膜を約500Åの層厚に成長させる。ここで、この層厚は、この材料の屈折率 n (波長280~250nmの光に対する屈折率)、光の波長 λ (280~250nm)と、膜厚 t との関係は、 $t = \lambda / 4n$ にて満足されるように製作する。ここで、このような反射防止膜は、上記した素子の製作が完了した後、電極形成後におこなう。一方、反射防止膜として、AlN反射防止膜を採用する場合は、反射防止膜を除く各膜の形成完了後、同時におこなうこととなる。

【0021】電極9a、9b及び反射防止膜の形成後、図4において一点鎖線CLにて示す素子分離線に沿ってダイシング等により個々の素子に素子分離する。電極9a、9bの形成後により確実なオーミックコンタクトをとるために加熱処理を行っても良いが、この場合は、打ち込んだ水素イオンが加熱処理によって離脱することを考慮して、水素イオンの打ち込み量を多めに設定しておくことが望ましい。

【0022】このように素子分離を行うことによって、図2に示すように、第1導電型の半導体層FL及び第2導電型の半導体層SLが露出する側面部分に、第1導電型の半導体層FLと第2導電型の半導体層SLとに亘る状態で、イオン打ち込みにより高抵抗化された高抵抗領域HRが備えられることになる。第1導電型の半導体層FL及び第2導電型の半導体層SLが露出する側面部分に、高抵抗領域HRが存在すると、一対の電極9a、9b間に逆バイアスが印加された場合でも、その側面部分

での表面漏れ電流が抑制されるので、暗電流を低減することができる。

【0023】そして、図1に示すように、上述のように形成した受光素子PSを、絶縁材料にて形成された基板11の板面にダイボンドして支持してある。受光素子PSを支持した基板11を2本の支持用リード12にて支持するように、基板11に2本の支持用リード12を接続してある。又、2本の電極用リード13a、13b夫々と受光素子PSの一对の電極9a、9b夫々をボンディングワイヤ14でワイヤボンドしてある。そして、基板11に支持された状態の受光素子PSを、気密状の容器B内に、4本のリード12、12、13a、13bの端部が容器外に出る状態で設け、その容器B内に不活性ガスとしての窒素ガスを0.7気圧程度（常温状態で）で充填してある。容器Bは、紫外線を透過させる石英ガラスにて形成したガラス容器15にて構成してある。

【0024】尚、受光素子PSを支持した基板11をガラス容器15内に設けるに当たっては、2本の支持用リード12、12により、受光素子PSを支持した基板11を、基板11及び受光素子PSがガラス容器15内において容器内面と非接触状態で支持するように設けてある。つまり、受光素子PSとガラス容器15との間の熱伝導を極力小さくして、受光素子PSの温度上昇を抑制している。〔別実施形態〕次に別実施形態を説明する。

(イ) 反射防止膜8を形成する材料としては、上記の実施形態において例示した MgF_2 に限定されるものではなく、 AlN 、 LiF 等種々の材料を用いることができる。

【0025】(ロ) 容器B内に充填する不活性ガスとしては、上記の実施形態において例示した窒素ガス以外にアルゴンガス等を用いることができる。但し、受光素子PSを窒化物系の半導体材料にて構成する場合は、窒素の脱離を防止するためには、窒素ガスが望ましい。

【0026】(ハ) 容器B内に充填する不活性ガスの圧力は、適宜設定することができる。

ちなみに、充填圧力が高いほど、外部雰囲気への浸入防止効果が大きくなるが、使用状態において雰囲気温度が上昇すると容器内部の圧力が上昇するので、容器Bの耐圧を強くする必要があり、コストアップにつながる。従って、例えば、容器内部の圧力が常温状態において1気圧強になるように、不活性ガスを充填すると、経済性並びに外部雰囲気への浸入防止効果の両面において好適である。

【0027】(ニ) 容器Bの具体構成は、上記の実施形態において例示した構成に限定されるものではない。上記の実施形態では、容器Bの全体を石英ガラスを用いて形成したが、光を入射させるべき部分は、光透過性を保った状態の SiO_2 、 MgF_2 、 CaF_2 、 LiF 、 Al_2O_3 等を用い、他の部分は金属を用いることにより形

成して、この紫外線透過部と金属ケーシングをガスタイトに成形したパッケージとすることもできる。この場合、例えば、図7に示すように、金属製の円筒体16の一方の開口端を金属製の円板状の台座17により閉塞し、他方の開口端を石英ガラス製の透過部材18により閉塞して、容器Bを気密状に形成することができる。円筒体16と台座17とは全周にわたって連続して溶接接続し、円筒体16と透過部材18とは、鉛ガラス等の接合材19にて全周にわたって連続して接合する。

【0028】この場合、台座17の内面には、2個のボンディングパッド20a、20bを互いに電氣的に絶縁状態で設けてあり、2本の電極用リード13a、13b夫々を、2個ボンディングパッド20a、20b夫々と電氣的に接続する状態で、台座17にそれとは電氣的に絶縁状態で支持して設けてある。そして、受光素子PSの一对の電極9a、9b夫々と2個ボンディングパッド20a、20b夫々をワイヤ14にてワイヤボンドする。

【0029】あるいは、図8に示すように、一方の端部が全面にわたって開口し、他方の端部が環状の縁部が形成される状態で部分的に開口した円筒体21の全面開口端を図6と同様の台座17により閉塞し、部分開口端を石英ガラス製の透過部材22にて閉塞して、容器Bを気密状に形成することができる。円筒体21と台座17とは全周にわたって連続して溶接接続し、円筒体21と透過部材22とは、透過部材22を円筒体21の内側から開口部周りの縁部に当て付けた状態で、鉛ガラス等の接合材19にて全周にわたって連続して接合する。

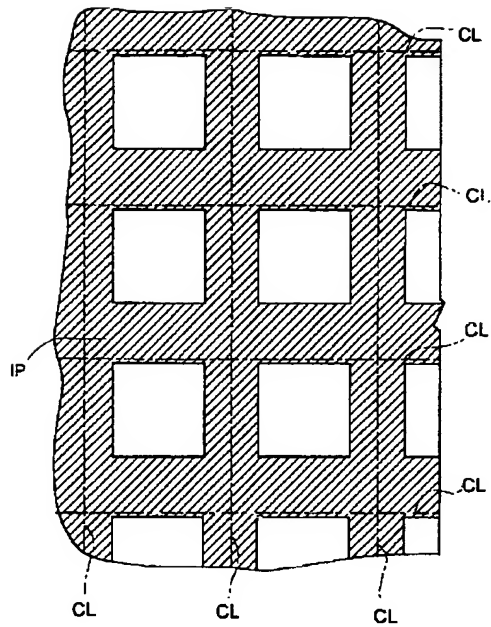
【0030】(ホ) 封止部材Cの具体構成は、上記の実施形態において例示した気密状の容器Bに限定されるものではない。例えば、受光素子PSを樹脂で覆って気密状に封止する構造も適用することができる。

【0031】(ヘ) 上記の実施形態においては、受光素子PSは、PN接合型フォトダイオードとして構成する場合について例示したが、図9に示すように、第1導電型の半導体層FLと第2導電型の半導体層SLとの間に、高抵抗の $In_yAl_xGa_{1-x-y}N$ 単結晶膜5を形成した、いわゆるPIN接合型あるいはAPD（アバランシェフォトダイオード）等のフォトダイオードとして構成することができる。尚、PIN接合型として構成する場合とAPDとして構成する場合とは、高抵抗の $In_yAl_xGa_{1-x-y}N$ 単結晶膜5の層厚が異なるのみである。例えば、高抵抗の $In_yAl_xGa_{1-x-y}N$ 単結晶膜5の層厚は、PIN接合型の場合で $0.1\mu m$ 、APDの場合で $0.5\mu m$ とする。

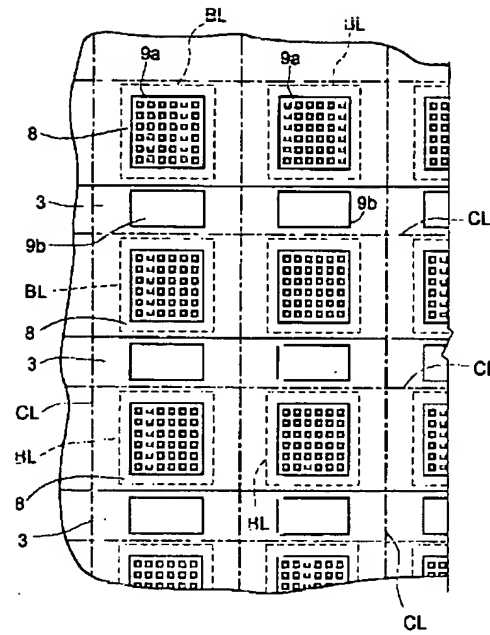
【0032】あるいは、受光部に入射した光による電気抵抗の変化を検出するいわゆる光導電型受光素子として構成してもよい。さらにフォトトランジスタ、フォトサイリスタに対しても本願を適応できる。

【0033】あるいは、半導体基板上に、電流通路を形

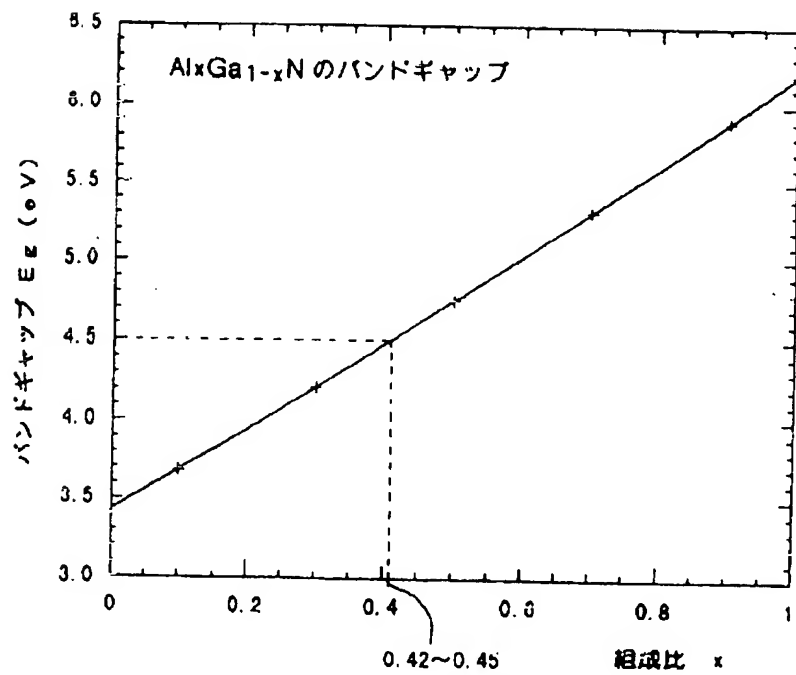
【図3】



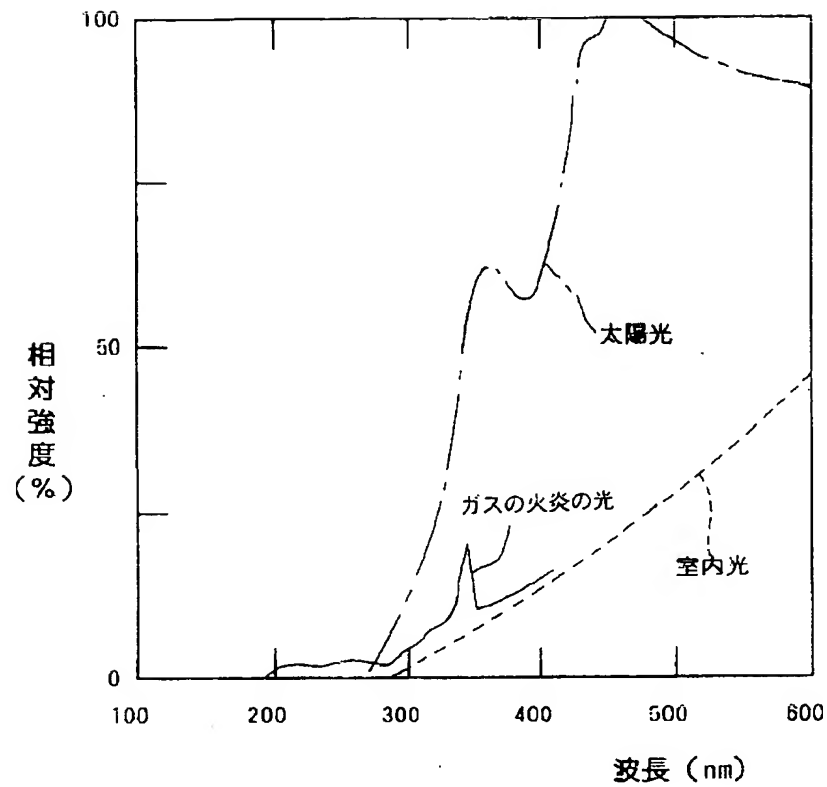
【図4】



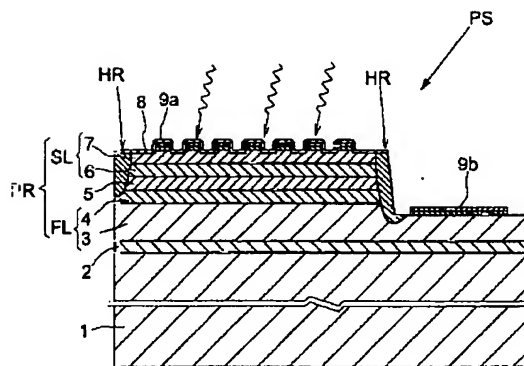
【図5】



【図6】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 シリル ヘルノー
京都府京都市下京区中堂寺南町17 株式会
社関西新技術研究所内

Fターム(参考) 2G065 AA15 AB05 AB19 BA02 BA36
BA37 BA38 CA05 DA06
4M118 AA01 AA08 AB10 CA03 CA05
CA34 CB01 EA01 GA10
5F088 AA02 AA03 AA05 AB07 AB16
AB17 BB10 CB04 CB11 CB17
DA01 DA14 FA05 FA12 GA02
HA03 JA03 JA07 JA10 JA20
LA05